

⑬ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Patentschrift  
⑪ DE 3021607 C2

⑤ Int. Cl. 5:  
H02K 15/02

⑰ Aktenzeichen: P 30 21 607.0-32  
⑱ Anmeldetag: 9. 6. 80  
⑲ Offenlegungstag: 17. 12. 81  
⑳ Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: 16. 8. 90

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

⑭ Patentinhaber:

Philips Patentverwaltung GmbH, 2000 Hamburg, DE

⑰ Erfinder:

Weiland, Horst, 2000 Norderstedt, DE

⑮ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit  
in Betracht gezogene Druckschriften:

DE-PS	9 66 719
DE-AS	11 62 466
DE-AS	10 92 113
DE	27 56 626 A1
FR	20 90 738
GB	14 81 861

① Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine

DE 3021607 C2

DE 3021607 C2

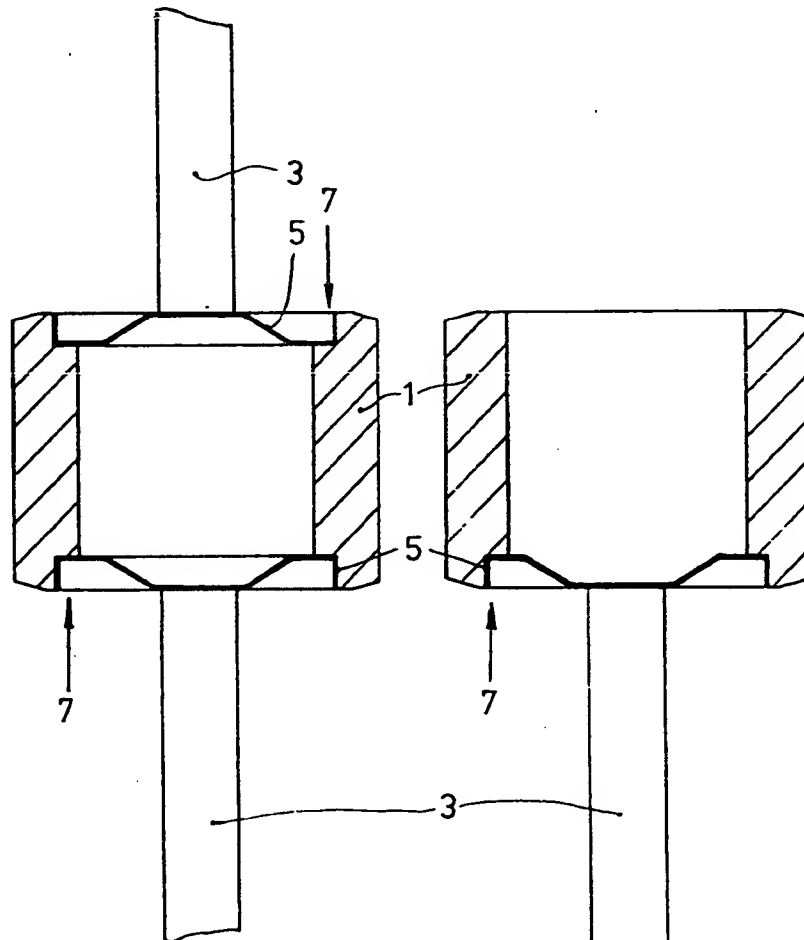


Fig.1

Fig.2

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

Es ist bekannt, Rotoren mit keramischen Dauermagnetkörpern derart mit einer Stahlwelle zu verbinden, daß eine durchgehende Welle nach Sintern des Dauermagnetkörpers mit diesem verklebt oder auch durch thermoplastisches Material fest verbunden wird.

Aus der DE-OS 27 56 626 ist weiter ein Rotor und ein Verfahren zu dessen Herstellung bekannt, bei welchem ein in Umfangsrichtung mehrpolig lateral magnetisierter Dauermagnetkörper aus kunststoffgebundenem Dauermagnetmaterial durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß um die in das Formwerkzeug eingelegte Welle aus Stahl herumgeformt und mit dieser während des Formgebungsprozesses fest verbunden wird.

Beide Verfahren zur Befestigung der Welle am magnetischen Rotorkörper haben sich in der Praxis bewährt. Rotoren, die nach diesen Verfahren hergestellt sind, weisen jedoch den Nachteil auf, daß sie verhältnismäßig schwer sind. Besonders für Maschinen, bei denen es auf ein geringes Gewicht ankommt, ist es erwünscht, hier Abhilfe zu schaffen. Außerdem hat sich bei beiden Verfahren als Nachteil herausgestellt, daß bei automatischen Montageverfahren auftretende Kräfte (Zugkräfte in Richtung der Wellenachse) den Verbindungsprozeß (zwischen Rotorkörper und Welle) beeinträchtigen, so daß eine nicht einwandfreie mechanische Befestigung der Welle am Rotorkörper eintreten kann.

Aus der DE-AS 10 92 113 war ein relativ kompliziertes Verfahren zum Montieren eines Ringmagneten auf einer durchgehenden Motorwelle bekannt. Eine durchgehende Motorwelle führt zu einer Gewichtserhöhung, die gerade für kleine Rotoren, z. B. für Fahrrad-Lichtmaschinen, unerwünscht ist, weil das Trägheitsmoment dann zu hoch wird. Diese unerwünschten Eigenschaften weisen auch die aus DE-PS 9 66 719 und FR-PS 20 90 738 bekannten Rotoren auf.

Aus DE-AS 11 62 466 und GB-PS 14 81 861 waren geblechte Läufer aus laminierten Läuferblechpaketen bekannt. Mit dem Aufbau derartiger Rotoren sind — materialbedingt — andere Fertigungsprobleme verbunden als solche, die auftreten, wenn ein Rotor mit möglichst geringem Trägheitsmoment infolge geringen Gewichtes aus einer plastisch verformbaren Masse hergestellt werden soll.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren anzugeben, mit dem Rotoren mit einer Qualität, die der der bekannten Rotoren vergleichbar ist, hergestellt werden können, die jedoch wesentlich leichter sind und bei denen Zugkräfte in Richtung der Wellenachse bei der Montage sicher aufgefangen werden.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die kennzeichnenden Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Nach einer vorteilhafter Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird pulverförmiges magnetisches Material mit Kunststoff zu einer verformbaren Masse gemischt, aus der der Hohlzylinder durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß geformt wird, wobei während des Formgebungsprozesses ein der gewünschten Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vorzugsrichtung angelegt wird und wobei danach die Nabe mit der an ihr befestigten Welle an der Ringnut mit dem Dauermagnetkörper fest verbunden wird.

Nach einer weiteren vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens gemäß der Erfindung wird pulverförmiges Ausgangsmaterial für einen keramischen Dauermagneten mit Bindemittel zu einer verformbaren Masse gemischt, aus der der Hohlzylinder durch einen Preß- und einen Sinterprozeß geformt wird, wobei danach die Nabe mit dem an ihr befestigten Wellenstumpf an der Ringnut mit dem Dauermagnetkörper fest verbunden wird.

Dadurch, daß die scheibenförmig ausgebildete Nabe mit einem als Hohlzylinder ausgebildeten Dauermagnetkörper fest verbunden ist, ergibt sich der Vorteil, daß im Vergleich zu den bekannten Rotoren erhebliche Mengen an Dauermagnetmaterial eingespart werden können, denn der Dauermagnetkörper braucht nur eine solche Wandstärke aufzuweisen, daß sich mindestens eine Ringnut mit einer ausreichenden Befestigungsfläche für die scheibenförmige Nabe ergibt.

Bei den bekannten Rotoren dagegen kann von einem Vollzylinder mit einem Mantel aus Dauermagnetmaterial und einem durch die in ihm befestigte Welle gebildeten Kern aus Metall gesprochen werden. Diese Rotoren sind naturgemäß schwer, und für ihre Herstellung wird sehr viel mehr Dauermagnetmaterial benötigt.

Die mit der Erfindung erzielten Vorteile bestehen überdies darin, daß eine sehr sichere mechanische Befestigung der Welle an dem dauermagnetischen Rotorkörper erreicht werden kann, denn bei der Montage auftretende Zugkräfte in Richtung der Wellenachse werden nicht auf den Dauermagnetkörper direkt übertragen, sondern von der Nabe abgefangen.

Die Rotoren gemäß der Erfindung haben den bekannten Rotoren gegenüber ein wesentlich geringeres Trägheitsmoment und sind in abgewandelter Bauform besonders für Lichtanlagen von Fahrrädern geeignet.

Anhand der Zeichnung werden Ausführungsbeispiele der Erfindung beschrieben und ihre Wirkungsweise erläutert. Es zeigt

Fig. 1 einen Rotor gemäß der Erfindung im Schnitt.

Fig. 2 einen Rotor gemäß der Erfindung für eine Fahrradlichtmaschine im Schnitt.

In Fig. 1 ist ein Rotor gemäß der Erfindung dargestellt, mit einem Dauermagnetkörper 1 und einer aus zwei Wellenstümpfen 3 gebildeten Welle. Der Dauermagnetkörper 1 ist als Hohlzylinder ausgebildet. Der Hohlzylinder hat eine solche Wandstärke, daß an seinen Grundflächen scheibenförmige Naben 5 befestigt werden können. Die Naben 5 sind als profilierte Scheiben ausgebildet und bestehen aus einem schweißbaren Metall, z. B. Eisenblech von 0,5 mm Dicke. Der Dauermagnetkörper 1 weist an seinen Stirnflächen jeweils eine Ringnut 7 auf, in welcher die Naben 5 befestigt werden, z. B. mittels eines schnell härtenden Kunststoffklebers. Die z. B. aus Stahl bestehenden Wellenstümpfe 3 können an die Naben 5 angeschweißt werden, bevor diese mit dem Dauermagnetkörper fest verbunden sind oder auch danach.

In Fig. 2 ist eine Ausführungsform des Rotors gemäß der Erfindung für eine Fahrradlichtmaschine dargestellt. Gleiche Teile der Fig. 2 haben die gleichen Bezugszeichen wie entsprechende Teile der Fig. 1. Demgemäß ist mit einem als Hohlzylinder ausgebildeten Dauermagnetkörper 1 über eine scheibenförmige, profilierte Nabe 5, z. B. aus Eisenblech einer Wandstärke von 0,5 mm, ein Wellenstumpf 3 fest verbunden. Die Verbindung von Nabe 5 und Dauermagnetkörper 1 wird auch bei diesem Ausführungsbeispiel als Klebverbindung mit einem schnell härtenden Kleber ausgeführt, wobei im Dauermagnetkörper 1 eine Ringnut 7 vorgesehen ist, in die die einzuklebende Nabe 5 einsetzbar ist. Als Kleber können bekannte ein- oder Mehrkomponentenkleber verwendet werden, z. B. ein lösungsmittelfreies 2-Komponenten-Bindemittel auf der Basis Epoxidharz plus alkalischem Härter.

Ein Dauermagnetkörper aus kunststoffgebundenem Magnetmaterial kann nach folgendem Verfahren hergestellt werden: In ein Formwerkzeug, das entsprechend der gewünschten Formgebung des Dauermagnetkörpers gestaltet ist, wird eine dauermagnetische Masse aus keramischem Dauermagnetpulver, z. B. Bariumhexaferrit, gemischt mit einem thermoplastischen Kunststoff, z. B. Polypropylen, und Gleitmittel, z. B. Aluminium-Stearat, eingespritzt oder eingepreßt. Die Masse für den Dauermagnetkörper besteht vorzugsweise aus 6,5 Gew.-% Polypropylen, 90 Gew.-% Bariumhexaferrit einer Korngrößenverteilung zwischen  $> 1$  und  $320 \mu\text{m}$  mit größenordnungsmäßig 90% Kornanteil von etwa  $1 \mu\text{m}$  und 3,5 Gew.-% Aluminium-Stearat. In einem beheizten Knetter wird diese Masse mit einer Temperatur von etwa  $170$  bis  $210^\circ\text{C}$  gemischt, anschließend granuliert und dann in ein Formwerkzeug bei einer Temperatur von  $230$  bis  $290^\circ\text{C}$  gespritzt, an welches ein magnetisches Richtfeld von  $\sim 3$  bis  $7 \text{ kG}$ , vorzugsweise  $7 \text{ kG}$ , entsprechend der gewünschten Magnetisierung des Dauermagnetkörpers, angelegt ist. Dieses Richtfeld kann z. B. mit Samarium-Kohalt-Magneten mit einem Rückschlagring aufgebaut sein und erzeugt im Dauermagnetkörper eine magnetische Vorzugsrichtung.

Nach einer weiteren Ausführungsform der Erfindung kann der Rotorkörper als keramischer Dauermagnetkörper hergestellt werden.

Dazu werden als Ausgangsmaterialien Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und Bariumkarbonat  $\text{BaCO}_3$  in einem solchen Verhältnis gemischt, daß sich nach einem Brand im Temperaturbereich von  $1200^\circ\text{C}$  bis  $1300^\circ\text{C}$  stöchiometrisches Bariumhexaferrit  $\text{BaO} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$  ergibt.

Die ungehährnte Ausgangsmischung wird mit einem geringen Anteil von 0,2–1,0 Gew.-% mit Binde- und Gleitmittel, vorzugsweise Zellulose und Glykose, zu einer preßfähigen Masse aufgemischt und anschließend granuliert. Dieses Granulat wird zu Formkörpern entsprechend der gewünschten Geometrie verpreßt und gesintert.

Die Sinterkörper werden anschließend mit Naben und Wellenstümpfen, wie für das erste Ausführungsbeispiel beschrieben, fest verbunden.

Aus der nachfolgenden Tabelle ergeben sich Gewichte von Rotoren gleicher magnetischer Eigenschaften für Fahrradlichtmaschinen nach der Erfindung im Vergleich zu bekannten Rotoren:

Rotor	Magnetische Kenngrößen Remanenz $B_r$ (mT)	Koerzitivfeldstärke $H_c$ kA/m	Gewicht (g)
mit keramischem Dauermagnetkörper und Stahlwelle nach dem Stand der Technik	210	220	54
mit kunststoffgebundenem Dauermagnetkörper und Stahlwelle nach dem Stand der Technik	210	250	45
mit keramischem Dauermagnetkörper mit über eine Nabe befestigtem Wellenstumpf gemäß der Erfindung	210	220	40
mit kunststoffgebundenem Dauermagnetkörper mit über eine Nabe befestigtem Wellenstumpf gemäß der Erfindung	210	250	30

#### Patentansprüche

- Verfahren zur Herstellung eines Rotors für eine elektrische Maschine mit einem zylindrischen, in Umfangsrichtung mehrpolig lateral magnetisierten, aus einer verformbaren Masse hergestellten Dauermagnetkörper mit einer Welle, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnetkörper durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß zu einem Hohlzylinder mit mindestens einer stirnseitigen, von der Innenwand des Hohlzylinders ausgehenden Ringnut hergestellt und daß in der Ringnut ein Wellenstumpf mit einer Nabe befestigt wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß pulverförmiges magnetisches Material mit Kunststoff zu einer verformbaren Masse gemischt wird, aus der der Hohlzylinder durch einen Spritz-, Preß- oder Spritzgießprozeß geformt wird, daß während des Formgebungsprozesses ein der gewünschter Magnetisierung entsprechendes Richtmagnetfeld zur Erzeugung einer magnetischen Vorzugsrichtung angelegt wird und daß danach die Nabe mit der an ihr befestigten Welle an der Ringnut mit dem Dauermagnetkörper fest verbunden wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß pulverförmiges Ausgangsmaterial für einen keramischen Dauermagneten mit Bindemittel zu einer verformbaren Masse gemischt wird, aus der der Hohlzylinder durch einen Preß- und einen Sinterprozeß geformt wird und daß danach die Nabe mit dem an ihr befestigten Wellenstumpf an der Ringnut mit dem Dauermagnetkörper fest verbunden wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Werkstoff für die Nabe und die Welle Metall gewählt wird.

5. Verfahren nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Nabe mit der Welle vor oder nach Befestigen am Dauermagnetkörper durch Schweißen fest verbunden wird.

6. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet, daß der Dauermagnetkörper mit der Nabe durch Verkleben mit einem Ein- oder Mehrkomponentenkleber fest verbunden wird.

7. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als magnetisches Material keramisches Dauermagnetpulver verwendet wird.

8. Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß Bariumhexaferrit- und/oder Strontiumhexaferritpulver mit 60 bis 70% Korngrößenanteil von etwa 1 µm verwendet wird.

9. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Kunststoff für die Herstellung des Dauermagnetkörpers Polyolefine verwendet werden.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 und 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Einzelkomponenten in der Masse für den Dauermagnetkörper in folgender Verteilung enthalten sind (Angaben in Gew.-%):

Kunststoff	6—15,
magnetisches Material	81—92,
Gleitmittel	2—4.

11. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Richtmagnetfeld durch Dauermagnete mit einem Rückschlußring erzeugt wird.

12. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die fertigen Dauermagnetkörper entsprechend den bereits vorgegebenen Polen induktiv nachmagnetisiert werden.

13. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß als Ausgangsmaterial für einen keramischen Dauermagneten Eisenoxid  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  und Bariumkarbonat  $\text{BaCO}_3$  in einem solchen Gewichtsverhältnis gemischt werden, daß sich nach dem Sintern stöchiometrisches Bariumhexaferrit  $\text{Ba} \cdot 6 \text{Fe}_2\text{O}_3$  ergibt und daß der ungesinterten Mischung 0,2 bis 1,0 Gew.-% Binde- und Gleitmittel zugesetzt werden.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen